

令和 5 年 5 月 29 日現在

機関番号：32407

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19K12255

研究課題名(和文)複数のスマートデバイスを活用した個人適応型学習環境の研究開発

研究課題名(英文) Development of A Multiple Smart Devices based on Personalized Learning Environment

研究代表者

勝間田 仁 (Katsumata, Masashi)

日本工業大学・先進工学部・教授

研究者番号：90298282

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では複数のスマートデバイスを活用した個人適応型学習環境の実現を目標として試作システムの構築を行った。この試作システムは簡易的な学習管理システム(LMS)を構築し、オンライン学習中の学習者の学習ログを蓄積できる。タブレットを学習端末とし、他のスマートデバイスで計測されたセンサーデータを収集するように設計した。この試作システムを使用したいいくつかの試用実験を通し、システム実現に向けて配慮すべき次の点を示した。

(1) 最適なデジタル教材のレイアウト構成、(2) 学習者固有の振る舞いが与える影響

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では日常的に利用できるスマートデバイスを活用して学習者の学習状況を捉えることで、個人に適した学習支援環境を実現することを目標としている。日常的に利用するスマートデバイスを使用するため、従来の専門的計測機器を利用した学習者の生体的・生理的特性の観点からの分析アプローチの知見を適用することはできない。試作システムを用いた試用実験を通して、デジタル教材のレイアウト構成や学習者の行動的振る舞いをシステム設計時に配慮すべき点として示すことができた。

研究成果の概要(英文)：In this study, we implemented a prototype system with the goal of realizing a personalized learning environment that combines wristband-type and eyeglasses-type wearable smart devices in addition to smartphones and tablets. This prototype system has a simple learning management system (LMS) that provides the function of logging learning behavior for learners during online learning. In this system, learner uses mainly tablet as learning terminal, which is utilized to collect the sensor data from other smart devices. The result of some experimental study using this prototype clarified the following points to be considered for system realization. (1) Design consideration points for creating engaging digital learning materials, (2) Recognition of behavioral habit for individual learner

研究分野：知能情報工学

キーワード：知的学習支援システム 個人適応型学習 学習分析 学習支援

## 1. 研究開始当初の背景

教育や学習活動を支援する授業支援システムや学習管理システムの利用によって蓄積される学習記録データ(教育ビッグデータ)を活用して、学習状況を把握するための分析手法や学習支援機能が検討されている。しかし、学習状況を表す意味のあるデータは、学習者の学習記録データの収集だけでは得られにくい。学習者に関わる多様なデータを活用して学習や教育への効果を探ることが当面の課題となっている。特に、学習後の学習記録データを分析し、次期の学習支援や教育支援へ活用することに焦点が当てられている。このことは、「教育の情報化」の推進により ICT 化された学習環境が整備され、学習管理システムなどに蓄積されたデータを活用するという自然な流れと捉えることができる。このような ICT 化された学習環境に加え、学習者が直接的に利用するウェアラブル端末がより普及してくると、それらを活用したより個人に特化した学習環境の利用が現実化してくる。

今後、スマートフォンやタブレットだけでなく、眼鏡型やリストバンド型のウェアラブルなスマートデバイスの利用が日常化してくると、学習者の学習記録データに加え、学習者の表情、音声、心拍数などの生体情報の取得も容易となる。学習者の生体情報を活用することにより、学習中における学習者の感情や体調などを推定し、学習姿勢やモチベーションなどを判定することで、学習の進み具合や学習目的の状況に応じた学習教材や学習支援の情報を提示するなどの個人に特化した学習環境の利用が期待できる。このような学習環境の実現には、学習者が利用しているデバイスから得られるデータと学習に関わるデータをいかに関連付けて、どのように活用するかが問題となる。

## 2. 研究の目的

本研究では、複数のスマートデバイスを活用して個人に適した学習支援環境を実現するための研究開発を行う。スマートデバイスから得られる学習者に関わるデータと学習記録データの分析から学習中の学習者の状態と学習結果との関係を明らかにし、効果的な学習を支援するための学習環境の実現に向けた研究を行う。具体的には、以下の項目について研究を行う。

- (1) 複数のスマートデバイスを活用した実験用学習環境の構築とデータ分析
- (2) 学習状況判断モデルの構築と学習状況に応じた学習支援サービスの検討

## 3. 研究の方法

本研究では、日常的に利用可能な複数のスマートデバイスを組合わせて学習者の学習状況を把握し、学習者に応じた学習支援サービスを実現する学習環境の実現を目指す。そのため、日常的に利用できるスマートデバイスに搭載されたセンサーで計測されるデータの取得と学習教材に対する学習記録データの取得が研究を進めていく最初の段階で必要となる。これらの機能を持ち合わせた簡易型の学習管理システムを実験環境として構築し、試用実験を行いながらオンライン学習時における学習記録データと学習者が身に着けたスマートデバイスから得られるセンサーデータの分析と並行して、オンライン学習時における学習者の学習状況をどのように判断し、それに応じた学習支援サービスをどのように展開するかを検討していく。

## 4. 研究成果

### (1) 複数のスマートデバイスを活用した学習環境の構築とデータ分析

複数のスマートデバイスを活用してオンライン学習中の学習者に関わるデータを取得することを目的とした実験用学習環境を構築した[1]。図1に本研究で想定しているスマートデバイスと連携する個人適応型学習環境のシステム構成を示す。タブレットを学習教材を提示するメインの学習端末とし、リストバンド型デバイスと眼鏡型デバイスを組合わせた学習環境を想定している。構築した実験用環境は図1で示したシステム構成の簡易版である。

最初に、眼鏡型デバイスを活用した学習支援を検討するため、眼鏡型デバイスを着用した学習者を対象にオンライン学習時の学習記録データと学習者の眼球の動作に関わるデータを取得して、相互の関係について分析を行った。本分析では、教材の総学習時間における上下左右の4方向への眼球運動データ、まばたき回数などの眼球運動データについて階層的クラスタリング分析を行った(図2)。階層的クラスタリングの結果、C1 クラスタとC2 クラスタの2つのグループに被験者を分類できたが、このグループ間では、学習後の理解度テストの正答率に大きな差は見られなかった。しかし、S1, S2, S3 のグループは学習時間中における眼球動作が他のグループと比較して多く、それぞれ 90%、70%、85% という理解度テストの高い正答率を示した。このことから、まばたきの回数や眼球運動の回数が学習者の理解度に影響を与えていることが考えられる。この結果は、特定の教材を対象とした分析結果にすぎないため、教材のレイアウト構成による違いが与える影響を調査することを今後の課題とした。

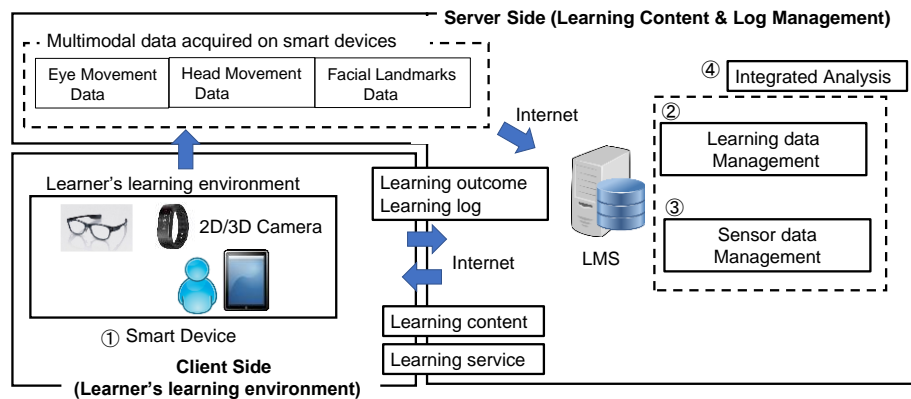


図 1. スマートデバイスと連携する個人適応型学習環境のシステム構成

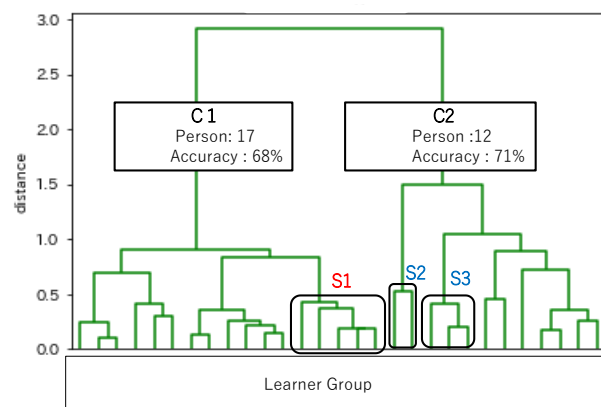


図 2. 学習者の眼球動作データと学習理解度に基づく階層的クラスタリング

## (2) 学習状況判断モデルの構築と学習状況に応じた学習支援サービスの検討

学習状況判断モデルを構築するにあたり、タブレット上で動作する学習者モニタリングを行うアプリの開発を行った。このアプリは Web ブラウザで提示される学習教材を学習する学習者の顔をタブレットのフロントカメラで撮影録画する機能を持ち、バックグラウンドで動作する。この学習者モニタリングの機能を実装したタブレットを使用し、タブレットに正対する学習者の顔画像を動画として記録し、学習者状況判断モデルのための分析を行った。

学習者の顔画像からの学習状況判断として、タブレットの正対する顔画像の上下、左右、判定不能を判断できる顔方向推定プログラムを作成した。これにより、学習時に撮影された学習者の顔画像動画を対象に顔方向推定プログラムの性能を検証した。

当初は Apple 社のタブレットを学習端末として利用していたが、バックグラウンドで動作させるアプリ開発に制約があるため Android OS 搭載のタブレットに変更した。このタブレット機種の変更により計画に遅れが生じたが、学習モニタリング機能を実装した学習インターフェースによる学習者の顔の向き推定の結果とそれを踏まえた学習支援サービスの展開について文献[3]にて公表する予定である。

## 参考文献

- [1] M. Katsumata, A Multiple Smart Device-based Personalized Learning Environment, The 10th IEEE International Conference on Intelligent Systems, pp. 498-502, 2020.
- [2] M. Katsumata, Design Considerations for a Multiple Smart-device-based Personalized Learning Environment, Advances in Intelligent Systems Research and Innovation, pp. 173-184, 2021.
- [3] M. Katsumata, IMPLEMENTATION AND REALIZATION ISSUES OF LEARNING INTERFACES IN SMART LEARNING ENVIRONMENTS, 9th International Conference on Computer Science, Information Technology, (Accepted) (2023).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Masashi Katsumata	4. 巻 379
2. 論文標題 Design Considerations for a Multiple Smart-Device-Based Personalized Learning Environment	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advances in Intelligent Systems Research and Innovation	6. 最初と最後の頁 173 and 184
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/978-3-030-78124-8_8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Masashi Katsumata
2. 発表標題 A Multiple Smart Device-based Personalized Learning Environment
3. 学会等名 Proceedings of 2020 IEEE 10th International Conference on Intelligent Systems（国際学会）
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

6. 研究組織

氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------